



— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

ANORDNUNG ZUR KONFOKALEN AUTOFOKUSSIERUNG

5 Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zur konfokalen Autofokussierung von optischen Geräten, bevorzugt von Mikroskopen, bei denen ein Beleuchtungsstrahlengang auf ein Beobachtungsobjekt gerichtet ist, aus dem vom Beobachtungsobjekt in ein Objektiv reflektierten Licht sowohl Bildin-
10 formationen von der Oberfläche des Beobachtungsobjektes als auch Informationen über die Fokuslage gewonnen werden und anhand dieser Informationen mittels einer Auswerte- und Einstelleinheit eine Korrektur der Fokuslage veranlaßt wird.

15

Für eine sichere und nach Möglichkeit selbsttätige Fokussierung von optischen Geräten, wie beispielsweise von Mikroskopen oder Projektoren, wird zum Fokussieren bzw. „Scharfeinstellen“ häufig das optische Hauptübertragungssystem nutzen, das heißt aus dem Objektivstrahlengang werden
20 sowohl die Bildinformationen über das zu beobachtende Objekt als auch die Informationen zur Bewertung der Fokuslage gewonnen. Letztere werden vor allem in kontinuierlich ablaufenden Fertigungsprozessen, in denen das Produkt bzw.
25 dessen Oberfläche kontrolliert werden muß, zur Fokusnachstellung genutzt, wenn die Fokusposition aus irgendwelchen Gründen auswandert bzw. das Bild „unscharf“ wird.

Dies ist insbesondere auch bei Anordnungen der Fall, bei
30 denen das Abbildungsobjekt bzw. die Objektebene punktwise angetastet wird. Dabei werden zwar bezüglich der Auflösung in Richtung der optischen z-Achse meist ausreichende Ergeb-

nisse erzielt, nachteiligerweise aber ist eine hochgenaue Nachfokussierung auf höhen- oder reflexionsstrukturierte Flächen, Kanten sowie auf Dünnschichtsysteme immer noch mit Problemen behaftet.

5

Werden Fokus-Meßlichtbündel dichromatisch in den Hauptstrahlengang eingekoppelt, ergeben sich Probleme vor allem aufgrund der Rückkopplung eines Fokusflecks in das Hauptbild infolge unzureichender Sperrung im Empfindlichkeitsbereich des Empfängers, wegen des Auftretens von z-Offsets bei der „Schärfe-Detektion“ im Autofokusbündel relativ zum Hauptbündel durch chromatische Abberation sowie aus optischen Fehlfunktionen des Übertragungssystems im Wellenlängenbereich des Autofokussystems.

15

Punktabtastende bzw. konfokale Systeme werden in der Mikroskopie genutzt, um sowohl eine gute Tiefenauflösung als auch eine gute Kontrastierung zu erzielen. Dabei spielen scannende Systeme mit Nipkowscheibe, wie beispielsweise in DE 195 11 937 C2 beschrieben oder auch spezielle Locharrays für einen linear scannenden Bildaufbau eine entscheidende Rolle. In diesem Zusammenhang sind neben schnellen Antastprinzipien auch hochauflösende Autofokussysteme erforderlich. Der scannende Bildaufbau unter Verwendung von Locharrays ist beispielsweise in der Zeitschrift „Materialprüfung“ Jg.39/1997, Heft 6, Seiten 264 ff. beschrieben.

Um eine genaue Autofokussierung zu erreichen, werden bei den bisher bekannten Verfahren und Anordnungen mehrere Meßbündel genutzt, um aus den örtlich gemittelten Messungen Informationen über ein Höhenprofil oder über anderweitige

Oberflächeneigenschaften eines Beobachtungsobjektes ermittelt gewinnen zu können.

Von diesem Stand der Technik ausgehend liegt der Erfindung
5 die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zur konfokalen Autofokussierung der eingangs beschriebenen Art so weiter zu entwickeln, daß eine schnelle und sichere Überwachung der Fokussierung auf strukturierte Flächen, Kanten sowie Dünnschichtsysteme gewährleistet ist.

10

Erfindungsgemäß verlaufen bei einem Gerät der eingangs beschriebenen Art die Bildinformationen und die Informationen über die Fokuslage in verschiedenen, örtlich voneinander getrennten optischen Zweigen innerhalb des Objektivstrahlenganges.
15

Aufgrund der getrennten Führung je mindestens eines Bildübertragungs- und eines Autofokussierungszweiges wird das insgesamt übertragbare Bildbündel sowohl zur Übertragung
20 eines Hauptbildfeldes als auch eines Autofokusbildfeldes ausgenutzt und außerdem ein breiter Fangbereich für die Autofokussierung erzielt.

In vorteilhafter Ausgestaltung verläuft dabei der Bildübertragungs-
25 tragszweig im Zentrum und der Autofokussierungszweig an der Peripherie des Objektivstrahlenganges, wobei der Bildübertragungs- und der Autofokussierungszweig zumindest abschnittsweise parallel verlaufen. Beide Zweige werden mit Licht aus einer gemeinsamen Beleuchtungsquelle gespeist.

30

Die Auskopplung des Autofokussierungszweiges kann durch einen im Beleuchtungsstrahlengang vor einer Zwischenbild-

ebene angeordneten Strahlteiler erfolgen, der zu diesem Zweck eine für das auf die Oberfläche des Beobachtungsobjektes gerichtete Beleuchtungslicht durchlässige und für das im Autofokussierungsweig von der Oberfläche des Beobachtungsobjektes kommende Licht reflektierende Schicht aufweist.

Weiterhin sind erfindungsgemäß Mittel zur Ausbildung und Auswertung dreier innerhalb des Autofokussierungszweiges verlaufender optischer Kanäle vorgesehen, von denen ein erster ein extrafokales, ein zweiter ein intrafokales und ein dritter ein in Richtung der optischen Achse konjugiertes Signal für jeweils eine Autofokussierungsbildebene liefert.

Um einen defokussierten Zustand sicher erfassen zu können, sind die optischen Kanäle vorteilhafterweise nebeneinanderliegend angeordnet, und jeder Kanal weist einen konfokalen und einen nicht konfokalen Bereich in seinem Strahlquerschnitt auf.

Die konfokalen Querschnittsbereiche der einzelnen Kanäle werden in vorteilhafter Ausgestaltung mittels Pinholes gebildet, die in Zeilen und/oder Spalten angeordnet und in den betreffenden Querschnittsbereich des jeweiligen Kanales eingebracht sind.

Bevorzugt sind die Pinholes auf Bereichen mit spaltenförmigem bzw. schmalem rechteckigen Umriß vorgesehen, die zur Formung der Kanäle in den Beleuchtungsstrahlengang eingeordnet sind. Die so entstehenden spaltenförmigen Kanäle korrespondieren mit jeweils einer Empfängerzeile der Auswerte- und Einstelleinheit, wobei bevorzugt jeder Kanal ei-

ne Oberflächenregion des Beobachtungsobjektes auf die zugeordnete Empfängerzeile abbildet.

Soll bei dieser Abbildung in allen Kanälen der gleiche Abbildungsmaßstab erzielt werden, müssen die Empfängerzeilen
5 einzeln entsprechend der Lage des jeweils zugeordneten Kanals, bezogen auf die optische Achse, versetzt angeordnet werden.

10 Allerdings ist es auch denkbar, für alle drei Kanäle Empfängerzeilen vorzusehen, die in einer gemeinsamen Ebene liegen, wodurch vorteilhaft erstens die zeitgleiche Erfassung der Informationen aus allen Kanälen möglich ist und
15 zweitens eine Empfängerbaugruppe (bevorzugt mit mehreren Empfängerzeilen) für alle Kanäle genutzt werden kann. Dabei ergeben sich zwar unterschiedliche Abbildungsmaßstäbe, was sich jedoch nicht nachteilig auswirkt, da die Erfassung des Fokussierzustandes über eine Kontrastmessung erfolgt; bei der Erfassung der Fokuslage mittels Kontrastmessung sind
20 unterschiedliche Abbildungsmaßstäbe in der Empfängerebene vernachlässigbar.

Zur Auswertung der einzelnen Objektregionen sowie zur Korrektur der Fokuslage sind die Ausgänge der Empfängerzeilen
25 mit den Signaleingängen der Auswerte- und Einstelleinheit verbunden.

Infolge der Verwendung derselben Beleuchtungsquelle für die Objektbeobachtung und für das Autofokussystem erfolgt die
30 Autofokussierung nahezu optisch vollständig konjugiert. Die spaltenförmige Ausbildung der Kanäle, der Objektregionen und der Empfänger hat außerdem den Vorteil, daß neben dem

Hauptbildfeld ein überschaubares Autofokusbildfeld sichtbar ist.

Der seitliche Versatz der Autofokusmeßszene in X- und Y-
5 Richtung senkrecht zur Richtung der optischen Hauptachse Z,
der dann auftritt, wenn eine Unebenheit am Beobachtungsob-
jekt zu einer unterschiedlichen Bildschärfe im Autofokus-
und Hauptbildfeld führt, kann durch dynamische Regelparamete-
ter über die Auswerte- und Einstelleinheit kompensiert wer-
10 den.

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen
Anordnung besteht darin, daß in der Abbildungsebene des op-
tischen Kanals, der das konjugierte Signal überträgt, ein
15 Spektralapparat angeordnet ist und sich außerdem im Objek-
tivstrahlengang zwischen Tubuslinse und Objektiv ein Chro-
matobjektiv zur definierten Einführung eines Farblängsfeh-
lers befindet.

20 Dabei ist die Auswertung eines Falschfarbenspektrums mit
dem Spektralapparat ein zusätzliches Kriterium für die Be-
stimmung der Fokusebene. Die Auswertung erfolgt durch einen
Vergleich der aktuell erfaßten Farbinformation mit der ge-
speicherten Farbinformation für ein ideales Höhenprofil.
25 Dieses an sich bekannte Verfahren ist beispielsweise be-
schrieben in DE 197 13 362 A1 und DE 196 12 846 A1.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung, die insbesondere
zur konfokalen Autofokussierung bei einem Mikroskop geeig-
30 net ist, sieht als Hauptbildteiler ein Polarisator vor, wo-
bei außerdem zwischen dem Objektiv und der Tubuslinse eine
 $\lambda/4$ -Platte angeordnet ist und der vom Beobachtungsobjekt

reflektierte, nunmehr durch den Polarisator gelangende Anteil des polarisierten Lichtes auf eine in der Beobachtungsbildebene liegende Reflexionsfläche gerichtet ist.

- 5 Der an dieser Fläche reflektierte Lichtanteil gelangt erneut auf die Oberfläche des Beobachtungsobjektes und anschließend nach doppeltem Durchgang durch die $\lambda/4$ -Platte und den Polarisator und schließlich, nach entsprechender Polarisationsdrehung von der Teilerschicht des Polarisators
- 10 reflektiert, in den Autofokussierungsweig. Die Verwendung von polarisiertem Licht ermöglicht vorteilhaft eine sehr gute Trennung von Falschlicht und eine theoretisch um den Faktor 2 verbesserte Lichtleistung in den Empfängerebenen.
- 15 Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. In den dazugehörigen Zeichnungen zeigen

- Fig.1 den prinzipiellen Aufbau der Anordnung zur Autofokussierung an einem Mikroskop,
- Fig.2 die Aufteilung des Beleuchtungsbildfeldes mit erfindungsgemäßer Anordnung der optischen Kanäle,
- Fig.3 ein Beispiel für Intensitätsfunktionen in Abhängigkeit vom Fokusparameter z ,
- Fig.4 ein Beispiel für Kontrastfunktionen in Abhängigkeit vom Fokusparameter z ,
- Fig.5 den Aufbau der Anordnung mit spektraler Auswertung,
- Fig.6 die Darstellung eines nicht konfokalen Zeilenkontrastes auf einer höhenstrukturierten Waferoberfläche,

- Fig.7 die Darstellung eines konfokalen Zeilenkontrastes auf einer höhenstrukturierten Waferoberfläche,
Fig.8 den Vergleich eines nicht konfokalen mit einem konfokalen Zeilenkontrast,
Fig.9 den Aufbau der Anordnung mit polarisiertem Licht

Fig.1 zeigt beispielhaft das Prinzip der erfindungsgemäßen konfokalen Autofokussierung anhand eines Strahlenganges zur
5 konfokalen Mikroskopie.

Der von einer Beleuchtungsquelle 1 ausgehende Beleuchtungsstrahlengang 2 ist über die teilreflektierende Schicht 3 eines Hauptbildteilers 4, eine Tubuslinse 5 und ein fokussierendes Objektiv 6 auf ein Beobachtungsobjekt 7 gerichtet.
10 tet.

Das vom Beobachtungsobjekt 7 reflektierte oder gestreute Licht gelangt zur teilreflektierenden Schicht 3 zurück und
15 durch diese hindurch in eine Beobachtungsbildebene 8, wo die Bewertung des beobachteten Oberflächenabschnittes des Beobachtungsobjektes 7 vorgenommen wird. Gleichzeitig erfolgt eine Teilreflexion an der teilreflektierenden Schicht 3 in eine Zwischenbildebene 9.

20

Erfindungsgemäß werden die der Objektbeobachtung dienende Bildinformation und die Information über die Fokuslage in verschiedenen, örtlich voneinander getrennt verlaufenden optischen Zweigen geführt.

25

Dazu befindet sich zwischen der Beleuchtungsquelle 1 und der Zwischenbildebene 9 ein Autofokussierungsteilerprisma 10, wobei das Beleuchtungslicht für den Autofokussierungszweiges noch vor der Zwischenbildebene 9 das Autofokussierungsteilerprisma 10 durchdringt und dann an der Peripherie des Strahlenganges 2 verläuft.

Der Autofokussierungszweig verläuft zwischen dem Beobachtungsobjekt 7 bzw. der Objektebene und der teilreflektierenden Schicht 3 parallel neben dem Bildbündel 11 und gelangt von dort auf dem Rückweg wieder in den Beleuchtungsstrahlengang.

Im Autofokussierungszweig sind drei nebeneinander liegende optische Kanäle 13, 14 und 15 ausgebildet, wobei der Kanal 13 ein extrafokales Signal in eine extrafokale Ebene 16, der Kanal 14 ein intrafokales Signal in eine intrafokale Ebene 17 und der Kanal 15 ein in Richtung der optischen Achse 12 konjugiertes Signal in eine konjugierte Ebene 18 liefern. Die Ebene 18 befindet sich in optischer Konjunktion zur Leuchtfeldblende des Hauptstrahlenganges.

Fig.2 zeigt in einem Schnitt AA aus Fig.1 die Aufteilung des Beleuchtungsstrahlenganges 2 mit der Anordnung der optischen Kanäle 13, 14, 15 innerhalb des insgesamt übertragenen Lichtbündels.

Jeder der optischen Kanäle 13, 14, 15 weist einen konfokalen und einen nicht konfokalen Strahlquerschnittsbereich auf, wobei die konfokalen Strahlquerschnittsbereich der Kanäle 13, 14, 15 durch in den Ebenen 16, 17, 18 angeordnete

Blenden mit Zeilen und/oder Spalten aus Pinholes gebildet werden.

Fig.2 zeigt außerdem das Hauptbildfeld, welches ein konfo-
5 kales Bild des Beobachtungsobjektes 7 erzeugt und daher strukturiert ist.

Das Autofokussierungsteilerprisma 10, wirksam nur für den Autofokussierungszweig bzw. für die Kanäle 13, 14 und 15,
10 separiert einen Sensorzweig 19, der beim Autofokussierungsteilerprisma 10 beginnt (vgl. Fig.1).

Die drei optischen Kanäle 13, 14 und 15, die dicht nebeneinander liegende, spaltenförmige Abschnitte des Beobach-
15 tungsobjektes 7 wiedergeben, werden über den Sensorzweig 19 mittels einer Übertragungsoptik 20 auf spaltenförmig ausgebildete sowie zueinander versetzt angeordnete Empfänger abgebildet, deren Empfangsflächen in den in Fig.1 dargestellten Autofokussierungsbildebenen 21, 22 und 23 positioniert
20 sind.

Die Verarbeitung der über die optischen Kanäle 13, 14 und 15 gelieferten und mit den Empfängern opto-elektronisch gewandelten Signale erfolgt mittels einer in den Zeichnungen
25 nicht dargestellte Auswerte- und Einstelleinheit.

Fig.3 und Fig.4 dienen der nachfolgenden Erläuterung der Auswertung und Umsetzung der Signale in Stellbefehle für eine Fokusnachstellung.

30

Zwecks Erzeugung eines möglichst großen Fangbereiches wird als Kontrastfunktion lediglich die Summe der von den Emp-

fängern ermittelten Pixelintensität in den nicht konfokalen Strahlquerschnittsbereichen gebildet. Dabei entstehen, wie in Fig.3 dargestellt, für jeden optischen Kanal 13, 14 und 15 gesonderte, jeweils von einem gesonderten Fokusparameter z abhängige Intensitätsfunktionen, wobei die Intensitätsfunktion 24 dem extrafokalen Kanal 13, die Intensitätsfunktion 25 dem intrafokalen Kanal 14 und die Intensitätsfunktion 26 dem konjugierten Kanal 15 entsprechen.

- 10 Die Intensitätsfunktionen 24, 25 und 26 sind glockenkurvenartige Funktionen, die in z -Richtung verschoben sind und zur Generierung eines Fokusrichtungssignales ausgenutzt werden, wobei für einen angenommenen Fokusort z_1 für den extrafokalen Kanal 13 ein Wert $I_e(z_1)$, für den intrafokalen
- 15 Kanal 14 ein Wert $I_i(z_1)$ und für den konjugierten Kanal 15 ein Wert $I_k(z_1)$ gemessen wird.

Eine erforderliche Fokuskorrektur wird dabei wie folgt ermittelt:

20

1. Sofern $I_e(z_1)$ kleiner ist als $I_i(z_1)$, erfolgt eine Fokussierung in extrafokale Richtung;
2. Sofern $I_e(z_1)$ größer ist als $I_i(z_1)$, erfolgt eine Fokussierung in intrafokale Richtung;
- 25 3. Ist $I_e(z_1)$ gleich $I_i(z_1)$ erfolgt keine Fokussierung;

Hierbei gilt als Randbedingung, daß $I_k(z_1)$ größer ist als $I_e(z_1)$ und $I_i(z_1)$.

- 30 Zur Feinfokussierung mit einer hohen Auflösung werden die Konfokalbereiche in den Kanälen 13, 14 und 15 ausgewertet. Als Kontrastfunktionen werden dabei beispielsweise die Sum-

men über den Quadraten der Abweichung der Pixelintensität von der mittleren Intensität in den konfokalen Bereichen gebildet.

5 So entstehen drei konfokale steilflankige Kontrastfunktionen, nämlich eine extrafokale Kontrastfunktion 27, eine intrafokale Kontrastfunktion 28 und eine konjugierte Kontrastfunktion 29, deren Abhängigkeit vom Fokusparameter z zusammen mit den Intensitätsfunktionen 24, 25 und 26 des
10 nichtkonfokalen Bereiches in Fig.4 dargestellt ist. Hier ergeben sich drei Funktionen mit geringer Halbwertsbreite, die jeweils innerhalb der breiten Intensitätsfunktionen 24, 25 und 26 nach Fig.3 liegen und stark von den Konfokalparametern Pinholedurchmesser, Abbildungsapertur und Abbil-
15 dungsvergrößerung abhängig sind.

Die Notwendigkeit zur Feinfokussierung wird wie folgt bestimmt:

- 20 1. Messung der Kontrastfunktionen im gleichen Fokusort z_1 , wobei die Kontrastfunktion für den extrafokalen Kanal 13 als Wert $K_e(z_1)$, für den intrafokalen Kanal 14 als Wert $K_i(z_1)$ und für den konjugierten Kanal 15 als Wert $K_k(z_1)$ definiert wird;
- 25 2. Sofern $K_e(z_1)$ kleiner ist als $K_i(z_1)$, erfolgt die Feinfokussierung in extrafokaler Richtung;
3. Sofern $K_e(z_1)$ größer ist als $K_i(z_1)$, erfolgt die Feinfokussierung intrafokaler Richtung;
4. Ist $K_e(z_1)$ gleich $K_i(z_1)$, erfolgt keine Fokussierung.

30

Hierbei gilt die Randbedingung, daß $K_k(z_1)$ größer ist als $K_e(z_1)$ sowie $K_i(z_1)$ und $K_e(z_1)$ ungefähr $K_i(z_1)$ ist.

Fig.5 zeigt die erfindungsgemäße Anordnung dahingehend weiterentwickelt, daß in der Autofokussierungsbildebene des konjugierten Kanals 15 (vgl. Fig.1) ein Spektralapparat 30
5 angeordnet ist, während sich in der Autofokussierungsbildebene des extrafokalen Kanals 13 ein spaltenförmiger Empfänger 31 und in der Autofokussierungsbildebene des intrafokalen Kanals 14 ein spaltenförmiger Empfänger 32 befindet. Zur definierten Einführung eines Farblängsfehlers ist im
10 Objektivstrahlengang zwischen der Tubuslinse 5 und dem Objektiv 6 ein Chromatobjektiv 35 angeordnet.

Die Verwendung des Spektralapparates 30 in Verbindung mit dem Chromatobjektiv 35 erbringt durch die Auswertung eines
15 Falschfarbenspektrums des konjugierten optischen Kanals 15 eine zusätzliche Information zur Feineinstellung der Fokusebene, wobei die Auswertung in der Auswerteeinheit durch einen Vergleich der aktuell ermittelten Farbinformation mit der gespeicherten Farbinformation für ein richtig fokussiertes Höhenprofil erfolgt.
20

Wegen der Höhenstrukturierung des Beobachtungsobjektes 7 ergibt sich bei konfokaler Bildgenerierung im Hauptbildfeld eine sehr differenzierte Situation bei der „Scharfeinstellung einer Objektszene“. Es entsteht, wie in Fig.7 dargestellt, eine mehrdeutige Kontrastfunktion 34 im Hauptbild
25 als Funktion des Fokuswertes z.

Fig.7 zeigt das Charakteristikum bei stark konfokaler Abbildung, das heißt bei Beobachtungsobjekten mit Tiefencharakter sowie mehreren reflektierenden Beobachtungsebenen des Beobachtungsobjektes 7. Somit werden verschiedene Bil-
30

der des Beobachtungsobjektes 7 über den Fokuswert z entsprechend der Eigenschaften des Beobachtungsobjektes 7, wie Höhenprofil und Reflexionseigenschaften, in verschiedenen Objektebenen erzeugt.

5

Eine eindeutige Unterscheidung von Objektebenen ist daher möglich, sie setzt jedoch eine Höhenkodierung voraus.

Der konjugierte Kanal 15 wird hierbei komplett konfokal erzeugt und beleuchtet den Eintrittsspalt des Spektralapparates 30. Die Fokussierung erfolgt analog der bereits weiter oben dargelegten Verfahrensweise. Gleiches trifft auf die Auswertung der optischen Signale im extra- und intrafokalen Kanal 13 bzw. 14 bezüglich der nichtkonfokalen Strahlquerschnittsbereiche zu. Dazu sind in Fig.6, Fig.7 und Fig.8 verschiedene Kontrastfunktionen dargestellt.

Um die Fokusebene eindeutig bestimmen zu können, wird zusätzlich das Falschfarbenspektrum des konjugierten Kanals 15 ausgewertet. Bei Verwendung einer breitbandigen Beleuchtungsquelle 1 weist dieses Spektrum einen festen Abstand der Farbmaxima zueinander auf. Eine Reflexionsebene wird durch Fokussierung des Beobachtungsobjektes 7 und nachfolgende Beobachtung des Spektrums so gewählt, daß das zugehörige Maximum auf die kurzwelligste Farbe des Beleuchtungsspektrums eingestellt wird.

Für die weitere Feinfokussierung werden wiederum die Konfokalbereiche der extra- und intrafokalen Kanäle 13 und 14 ausgewertet. Eine endgültige Feinfokussierung der vorausgewählten Reflexebene erfolgt dabei wie bereits beschrieben.

Eine zusätzliche Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anordnung ist in Fig.9 dargestellt. Anstelle des Hauptbildteilers 4 (Fig.1 und Fig.5) wird ein Polarisator 36 verwendet. Ferner befinden sich zwischen dem Objektiv 6 und der Tubuslinse 5 eine $\lambda/4$ -Platte 37.

Über eine in der Empfängerbildebene 8 angeordnete Reflexionsfläche 40 gelangt ein vom Beobachtungsobjekt 7 reflektierter sowie durch den Polarisator hindurchgehender Anteil des polarisierten Lichtes erneut auf das Beobachtungsobjekt 7 und wird dann durch die Anordnung der $\lambda/4$ -Platte 37 über die teilreflektierende Schicht 3 des Polarisators 36 in den Autofokussierungszweig abgelenkt.

In diesem Falle werden, entsprechend einer bereits beschriebenen Ausgestaltung, die durch die Kanäle 13, 14, 15 definierten Objektregionen über die Übertragungsoptik 20 auf nur einem Empfänger 33 abgebildet.

Der Empfänger 33 ermöglicht eine zeitgleiche Auswertung des extrafokalen, des intrafokalen sowie des konjugierten Signales. Die sich dabei ergebenden Unterschiede in den Abbildungsmaßstäben sind, wie bereits beschrieben, für die Bestimmung der Fokusslage unerheblich.

25

Bezugszeichenliste

5	1	Beleuchtungsquelle
	2	Strahlengang
	3	teilreflektierende Schicht
	4	Hauptbildteiler
	5	Tubuslinse
10	6	Objektiv
	7	Beobachtungsobjekt
	8	Beobachtungsbildebene
	9	Zwischenbildebene
	10	Autofokussierungsteilerprisma
15	11	Bildbündel
	12	optische Achse
	13	extrafokaler Kanal
	14	intrafokaler Kanal
	15	konjugierter Kanal
20	16	extrafokale Ebene
	17	intrafokale Ebene
	18	konjugierte Ebene
	19	Sensorzweig
	20	Übertragungsoptik
25	21, 22, 23	Autofokussierungsbildebene
	24	Intensitätsfunktion extrafokaler Kanal
	25	Intensitätsfunktion intrafokaler Kanal
30	26	Intensitätsfunktion konjugierter Kanal
	27	Kontrastfunktion extrafokaler Kanal

	28	Kontrastfunktion intrafokaler Kanal
	29	Kontrastfunktion konjugierter Kanal
	30	Spektralapparat
5	31	Empfängerzeile für extrafokalen Kanal
	32	Empfängerzeile für intrafokalen Kanal
	33	Empfänger
	34	Kontrastfunktion
10	35	Chromatobjektiv
	36	Polarisator
	37	$\lambda/4$ - Platte
	39	Lichtanteil polarisierten Lichtes
	40	Reflexionsfläche

Patentansprüche

- 5 1. Anordnung zur konfokalen Autofokussierung von optischen
Geräten, bevorzugt von Mikroskopen, bei denen ein Be-
leuchtungsstrahlengang (2) auf ein Beobachtungsobjekt
(7) gerichtet ist, aus dem vom Beobachtungsobjekt (7)
10 in ein Objektiv (6) reflektierten Licht sowohl Bildin-
formationen von der Oberfläche des Beobachtungsobjektes
(7) als auch Informationen über die Fokusslage gewonnen
werden und anhand dieser Informationen mittels einer
Auswerte- und Einstelleinheit eine Korrektur der Fokus-
lage veranlaßt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die
15 Bildinformationen und die Informationen über die Fokus-
lage in verschiedenen, örtlich voneinander getrennt
verlaufenden optischen Zweigen innerhalb des Objektiv-
strahlenganges geführt sind.
- 20 2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
im Zentrum des Objektivstrahlenganges ein Lichtbündel
(11) als Bildübertragungszweig und in der Peripherie
des Objektivstrahlenganges ein Autofokussierungszweig
verlaufen.
- 25 3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeich-
net, daß der Bildübertragungszweig und der Autofokus-
sierungszweig mit einer gemeinsamen Beleuchtungsquelle
(1) optisch verbunden sind.
- 30 4. Anordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch
gekennzeichnet, daß Mittel zur Ausbildung und Auswer-

tung dreier innerhalb des Autofokussierungszweiges verlaufender optischer Kanäle (13,14,15) vorgesehen sind, von denen ein erster ein extrafokales, ein zweiter ein intrafokales und ein dritter ein in Richtung der optischen Achse (12) konjugiertes Signal für jeweils eine
5 Autofokussierungsbildebene (21,22,23) liefert.

5. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Kanäle (13,14,15) nebeneinander verlaufend angeordnet sind und jeder Kanal (13,14,15) einen
10 konfokalen und einen nicht konfokalen Bereich in seinem Strahlquerschnitt aufweist.

6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausbildung der Kanäle (13,14,15) spaltenförmige
15 Blenden in den Beleuchtungsstrahlengang eingeordnet sind, wobei die Blenden in den konfokalen Bereichen in Zeilen und/oder Spalten angeordnete Pinholes aufweisen.

20 7. Anordnung nach Anspruch 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils einer der Kanäle (13,14,15) mit einer Empfangseinrichtung der Auswerte- und Einstelleinheit korrespondiert, wobei jeder der Kanäle (13,14,15) eine Region der Oberfläche des Beobachtungsobjektes (7) auf
25 jeweils eine Empfängerzeile (30,31,32) abbildet.

8. Anordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Objektivstrahlengang zwischen der Tubuslinse (5) und dem Objektiv (6) ein Chromatobjektiv (35) und in der Autofokussierungsbildebene (23)
30 des ein konjugiertes Signal liefernden Kanals (15) ein Spektralapparat (30) vorgesehen sind.

9. Anordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Auskopplung des Autofokussierungszweiges aus dem Beleuchtungsstrahlengang vor einer Beleuchtungsbildebene (9) ein Strahlteiler (10) mit einer für das von der Beleuchtungsquelle (1) kommende und auf die Oberfläche des Beobachtungsobjektes (7) gerichtete Beleuchtungslicht durchlässigen und für das im Autofokussierungszweig von der Oberfläche des Beobachtungsobjektes (7) kommende Licht reflektierenden Schicht angeordnet ist.

10. Anordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, insbesondere ausgebildet zur konfokalen Autofokussierung bei einem Mikroskop, bei dem der Hauptbildteiler (4) als Polarisator (36) ausgebildet ist, zwischen dem Objektiv (6) und der Tubuslinse (5) eine $\lambda/4$ -Platte (37) angeordnet ist, der vom Beobachtungsobjekt (7) reflektierte, durch den Polarisator (36) in die Beobachtungsbildebene (8) gelangende Anteil des polarisierten Lichtes (39) auf eine in der Beobachtungsbildebene (8) liegende Reflexionsfläche (40) gerichtet ist, das polarisierte Licht (39) im rückwärtigen Strahlengang erneut auf das Beobachtungsobjekt (7) trifft und schließlich nach dem vierten Durchlauf durch die $\lambda/4$ -Platte (37) eine Polarisationsrichtung hat, bei der es von der Teilerschicht des Polarisators (36) als Autofokussignal zum Sensorzweig hin abgelenkt wird.

30

1/9

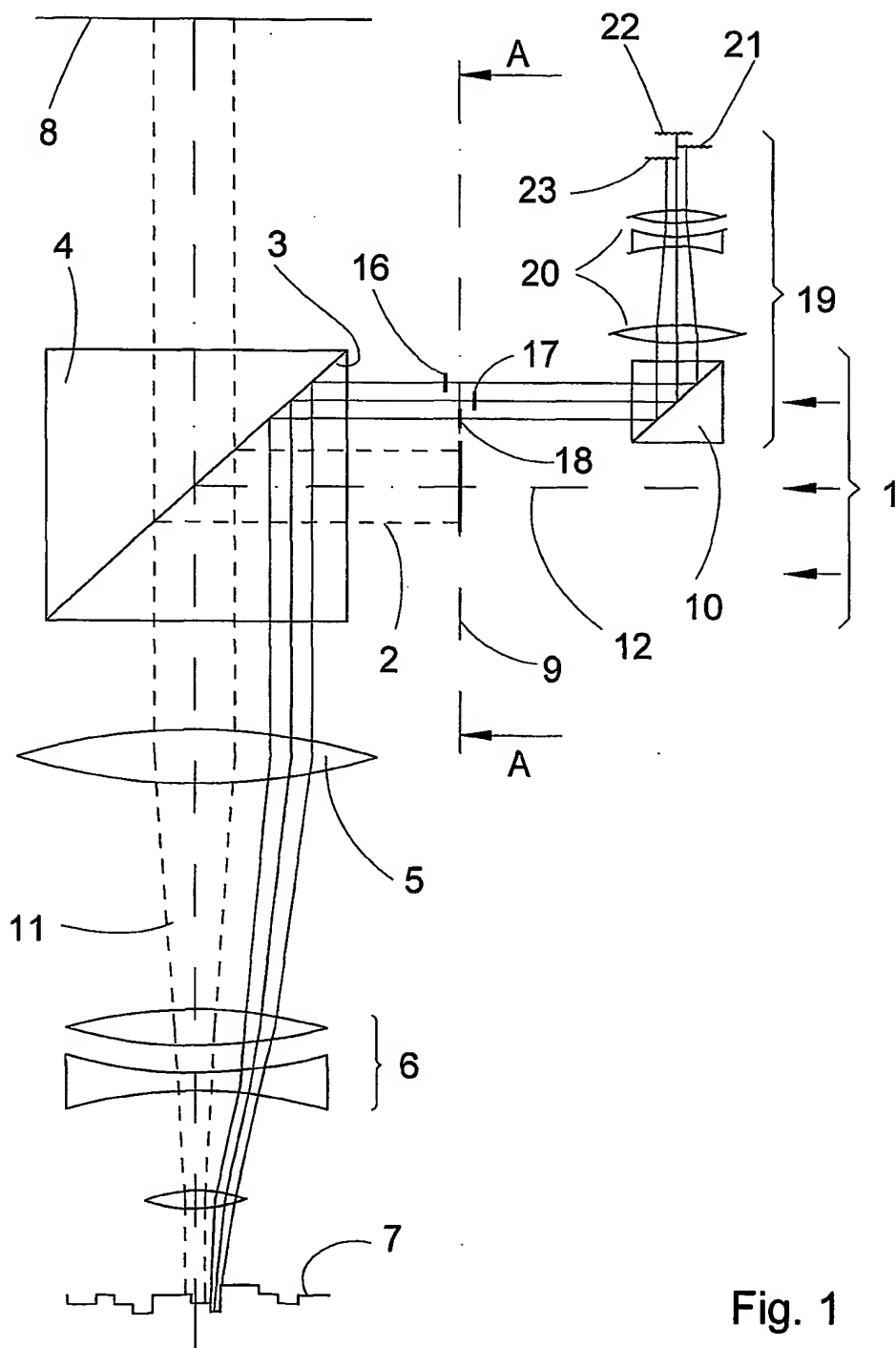


Fig. 1

2/9

Schnitt AA aus Fig.1

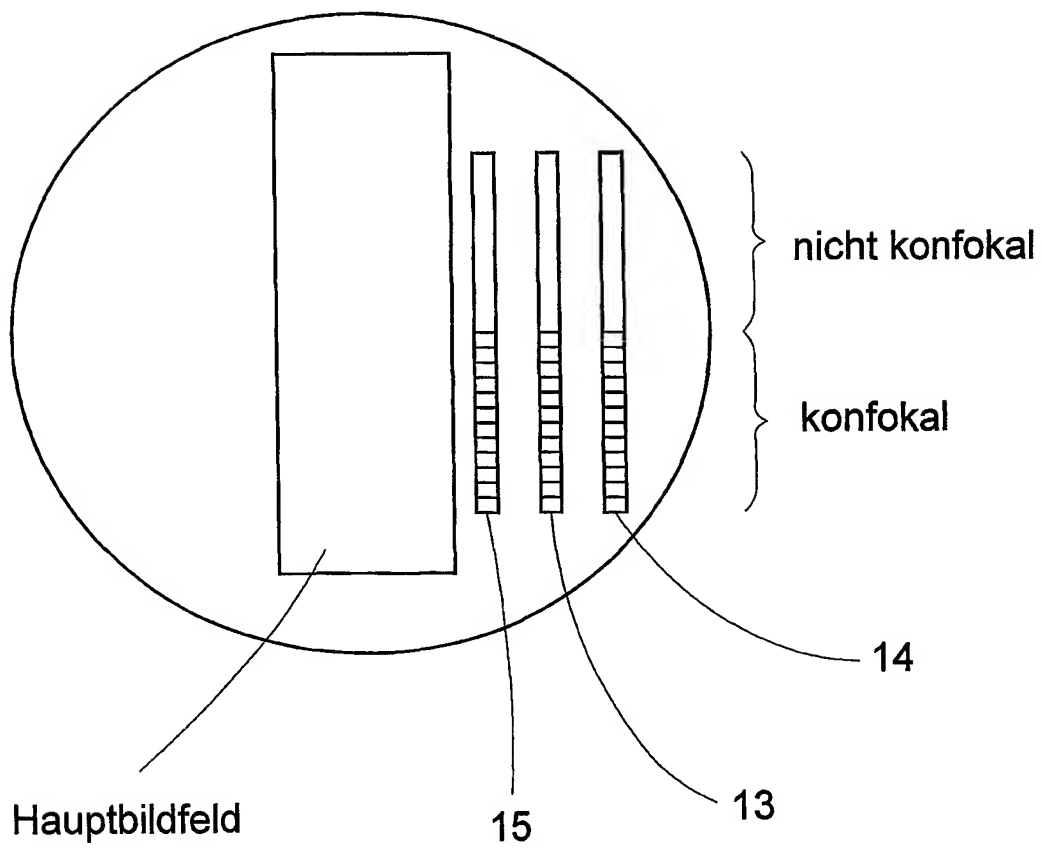


Fig.2

3/9

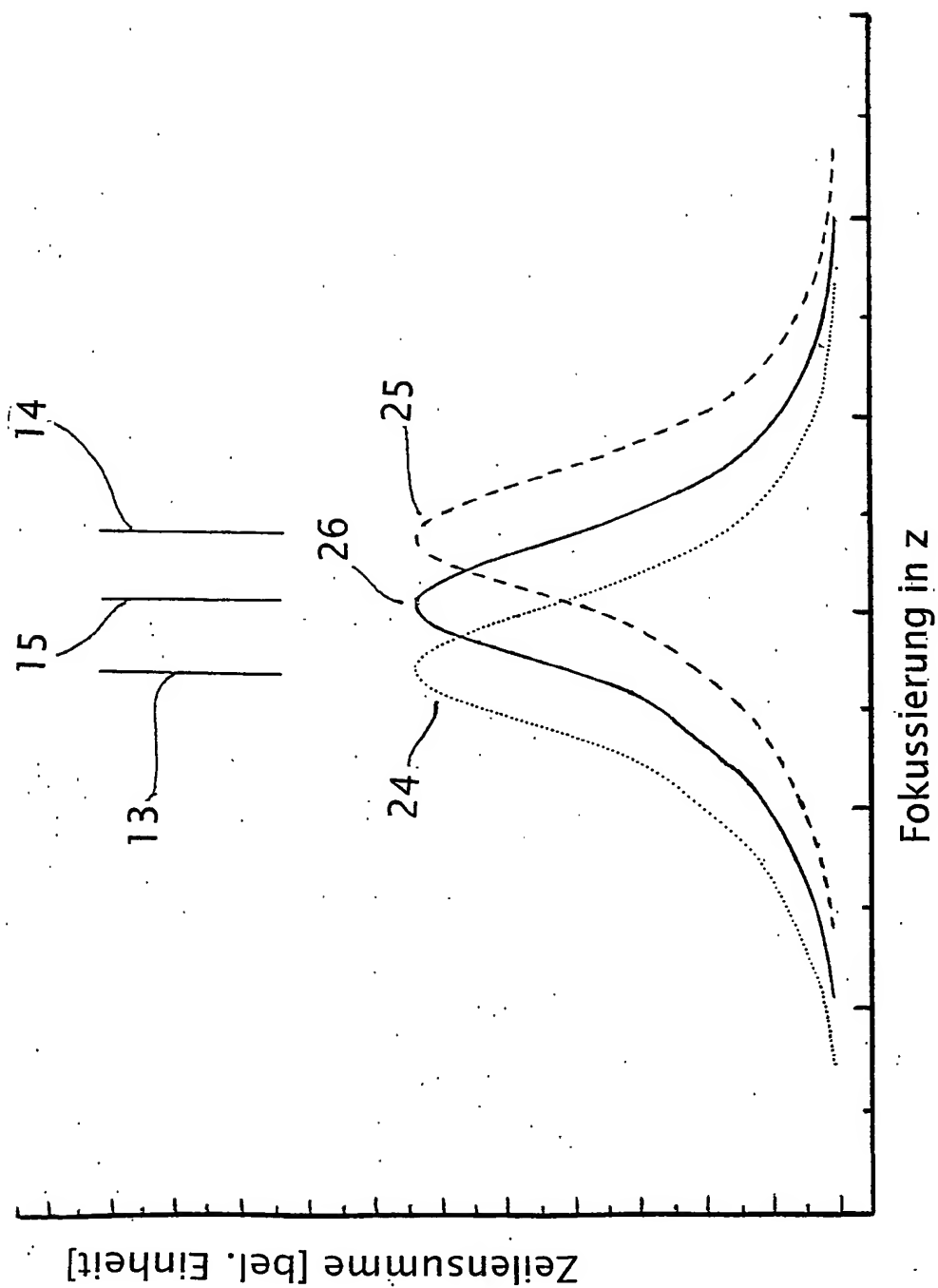


Fig.3

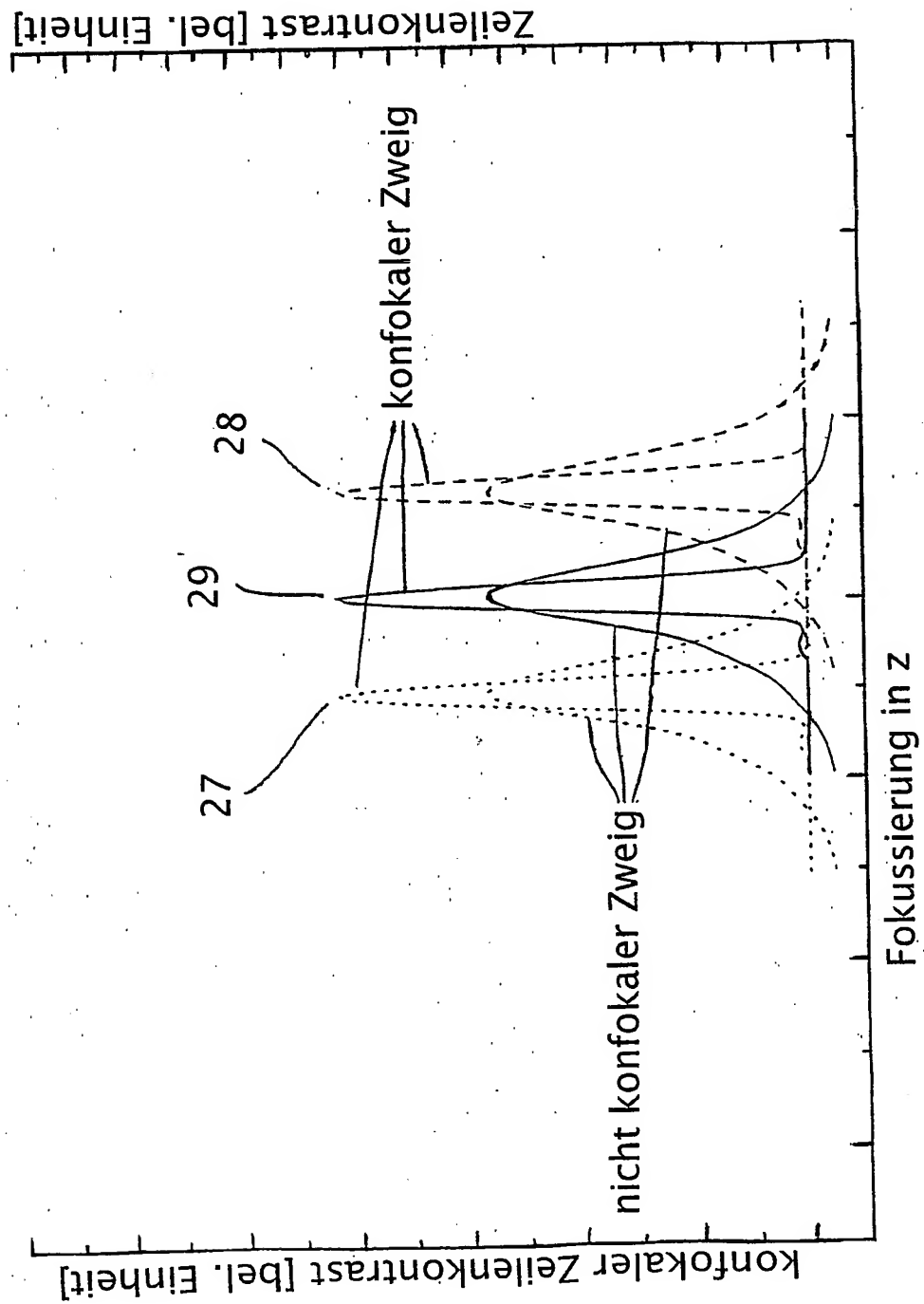


Fig.4

5/9

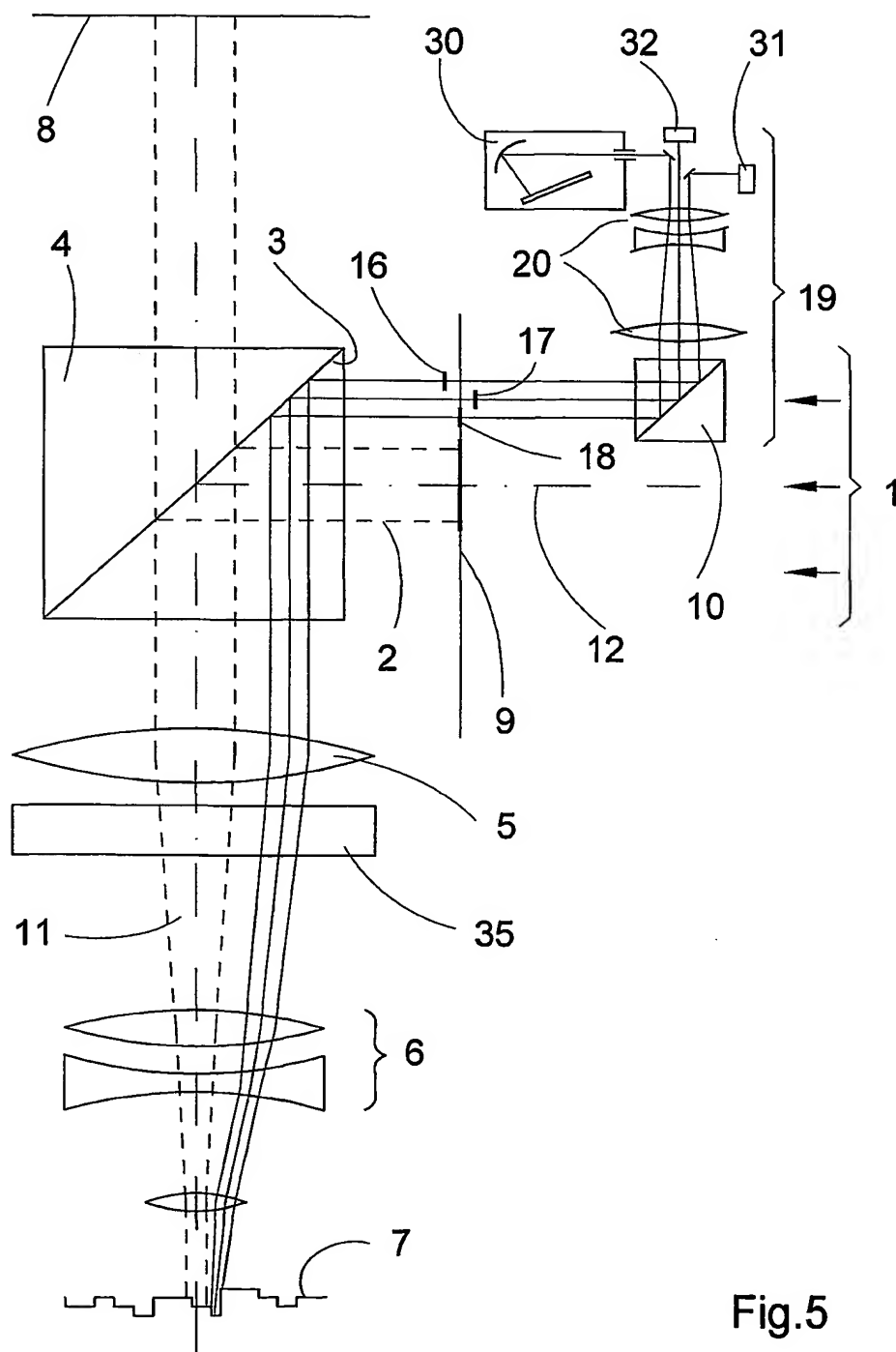


Fig.5

6/9

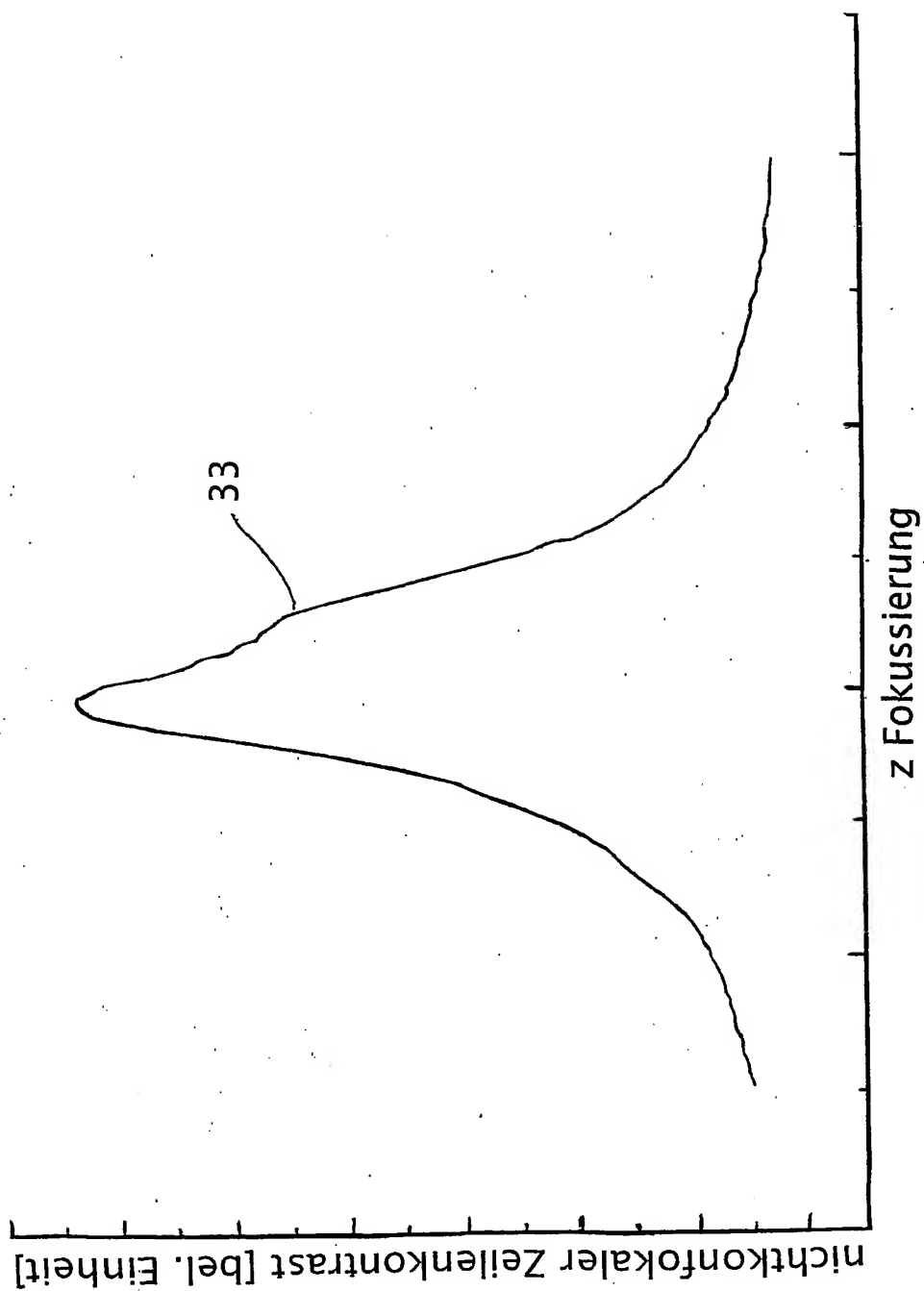


Fig.6

7/9

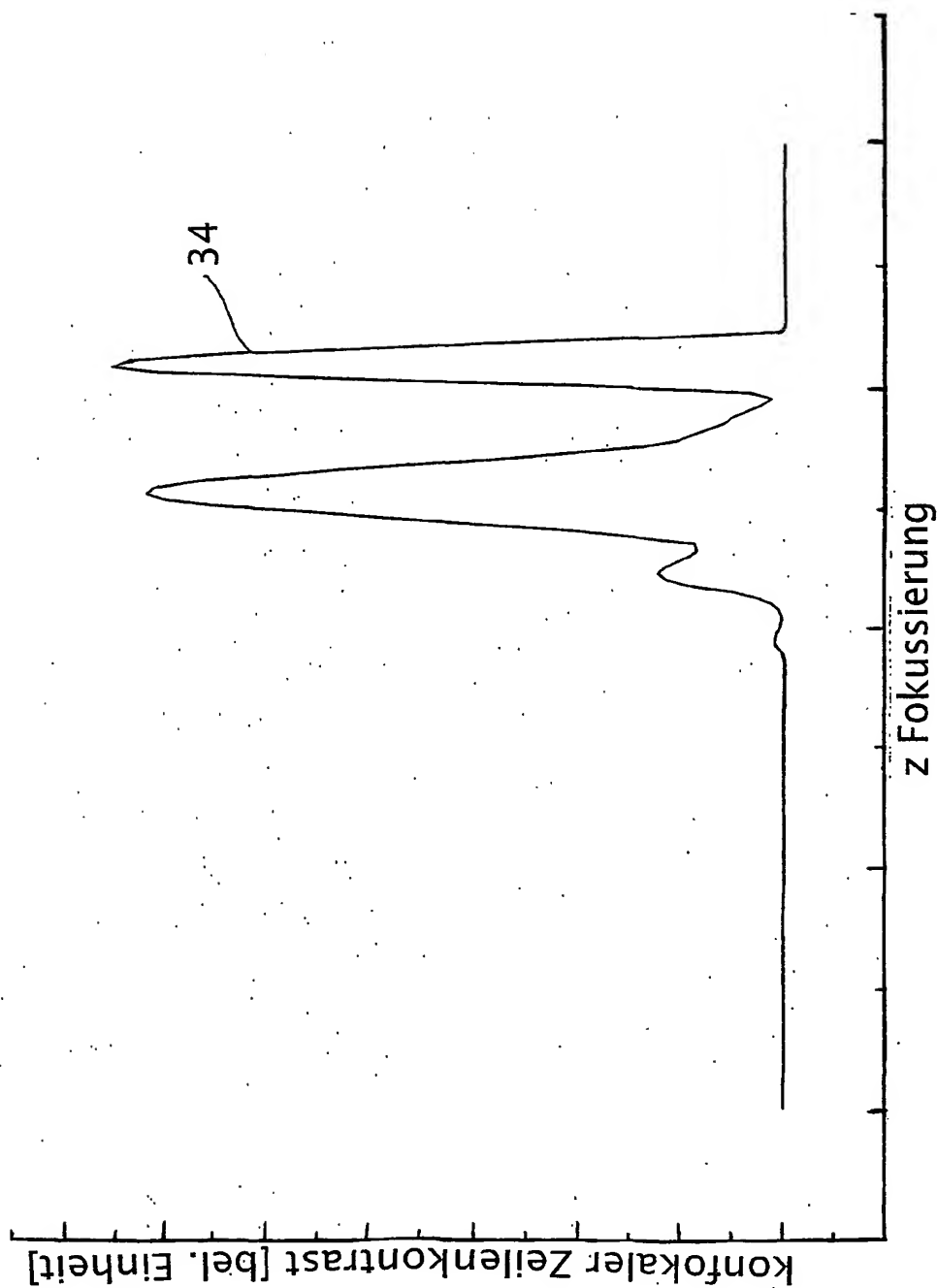


Fig.7

8/9

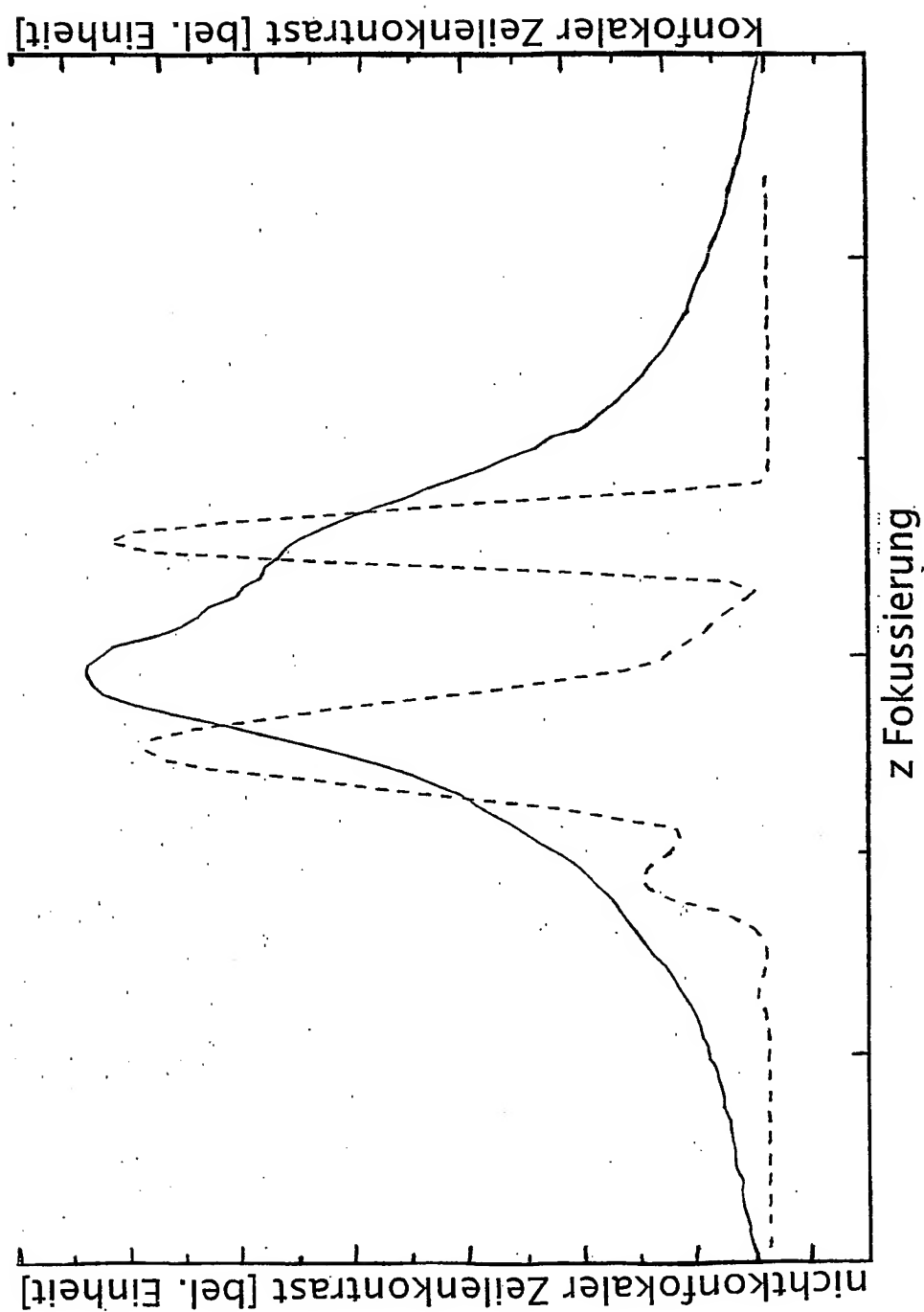


Fig.8

9/9

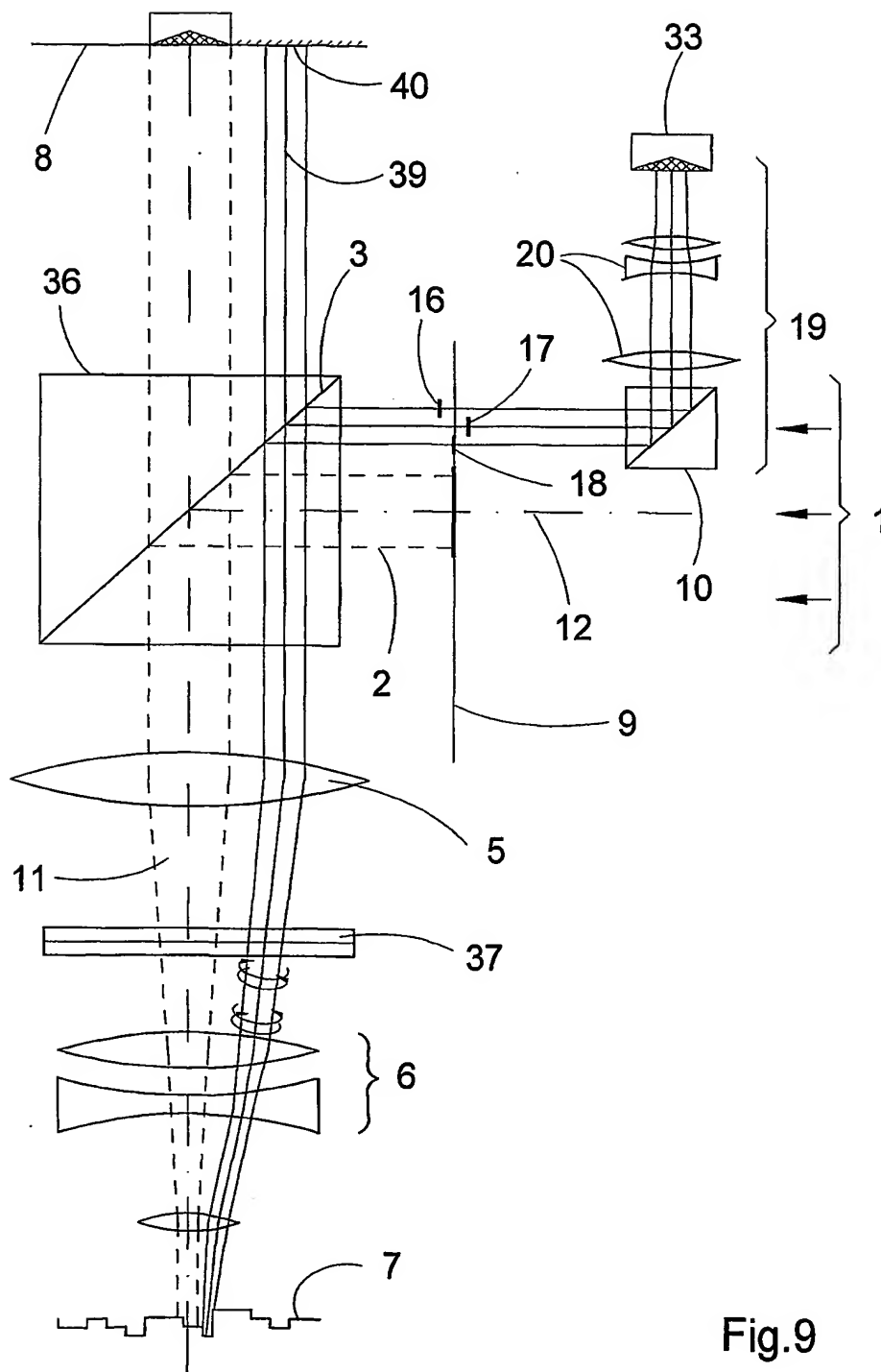


Fig.9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat Application No

PCT/EP 01/05080

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G02B21/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	US 5 248 876 A (KERSTENS PIETER J ET AL) 28 September 1993 (1993-09-28) column 5, line 6 - line 51; figure 1 column 9, line 46 - column 10, line 2; figure 11 column 16, line 21 - line 31 ---	1-4,7,9 5,6,8 10
Y	US 5 932 871 A (NAKAGAWA SHUJI ET AL) 3 August 1999 (1999-08-03) column 6, line 21 - column 7, line 41; figure 4 column 13, line 57 - column 14, line 28; figures 15A,B --- -/--	5,6



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 October 2001

Date of mailing of the international search report

22/10/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ciarrocca, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Intern: Application No
 PCT/EP 01/05080

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 197 13 362 A (ZEISS CARL JENA GMBH) 1 October 1998 (1998-10-01) cited in the application column 2, line 47 -column 4, last line; figure 1 ----	8
X	US 4 844 617 A (KELDERMAN HERMAN F ET AL) 4 July 1989 (1989-07-04) -----	1,3
A	column 9, line 34 -column 19, line 13 column 12, line 12 - line 56; figure 9 -----	8
X	EP 0 587 208 A (IBM) 16 March 1994 (1994-03-16) column 6, line 55 -column 8, line 30; figures 2,3 -----	1,2
X	US 2 968 994 A (SHURCLIFF WILLIAM A) 24 January 1961 (1961-01-24) -----	1,2
A	column 4, line 22 - line 63; figure 1 -----	4
X	EP 0 608 448 A (IBM) 3 August 1994 (1994-08-03) abstract; figures 1,3 column 1, line 1 - line 18 -----	1,2
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 04, 31 March 1998 (1998-03-31) -& JP 09 325277 A (NIKON CORP), 16 December 1997 (1997-12-16) abstract -----	1,4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern: I Application No

PCT/EP 01/05080

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5248876	A	28-09-1993	JP 2047965 C JP 6094641 A JP 7085060 B	25-04-1996 08-04-1994 13-09-1995
US 5932871	A	03-08-1999	JP 9133869 A JP 9218355 A JP 10104522 A	20-05-1997 19-08-1997 24-04-1998
DE 19713362	A	01-10-1998	DE 19713362 A1 WO 9844375 A2 EP 0904558 A2 JP 2000512401 T	01-10-1998 08-10-1998 31-03-1999 19-09-2000
US 4844617	A	04-07-1989	NONE	
EP 0587208	A	16-03-1994	US 5306902 A EP 0587208 A1 JP 6112106 A	26-04-1994 16-03-1994 22-04-1994
US 2968994	A	24-01-1961	NONE	
EP 0608448	A	03-08-1994	EP 0608448 A1	03-08-1994
JP 09325277	A	16-12-1997	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern es Aktenzeichen

PCT/EP 01/05080

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G02B21/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 248 876 A (KERSTENS PIETER J ET AL) 28. September 1993 (1993-09-28)	1-4,7,9
Y		5,6,8
A	Spalte 5, Zeile 6 - Zeile 51; Abbildung 1 Spalte 9, Zeile 46 - Spalte 10, Zeile 2; Abbildung 11 Spalte 16, Zeile 21 - Zeile 31	10
Y	US 5 932 871 A (NAKAGAWA SHUJI ET AL) 3. August 1999 (1999-08-03) Spalte 6, Zeile 21 - Spalte 7, Zeile 41; Abbildung 4 Spalte 13, Zeile 57 - Spalte 14, Zeile 28; Abbildungen 15A,B	5,6
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. Oktober 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

22/10/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ciarrocca, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Interr les Aktenzeichen
PCT/EP 01/05080

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 197 13 362 A (ZEISS CARL JENA GMBH) 1. Oktober 1998 (1998-10-01) in der Anmeldung erwähnt Spalte 2, Zeile 47 -Spalte 4, letzte Zeile; Abbildung 1 ---	8
X	US 4 844 617 A (KELDERMAN HERMAN F ET AL) 4. Juli 1989 (1989-07-04) ---	1,3
A	Spalte 9, Zeile 34 -Spalte 19, Zeile 13 Spalte 12, Zeile 12 - Zeile 56; Abbildung 9 ---	8
X	EP 0 587 208 A (IBM) 16. März 1994 (1994-03-16) Spalte 6, Zeile 55 -Spalte 8, Zeile 30; Abbildungen 2,3 ---	1,2
X	US 2 968 994 A (SHURCLIFF WILLIAM A) 24. Januar 1961 (1961-01-24) ---	1,2
A	Spalte 4, Zeile 22 - Zeile 63; Abbildung 1 ---	4
X	EP 0 608 448 A (IBM) 3. August 1994 (1994-08-03) Zusammenfassung; Abbildungen 1,3 Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 18 ---	1,2
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 04, 31. März 1998 (1998-03-31) -& JP 09 325277 A (NIKON CORP), 16. Dezember 1997 (1997-12-16) Zusammenfassung -----	1,4

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen^{1,2}, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern: es Aktenzeichen

PCT/EP 01/05080

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5248876	A	28-09-1993	JP 2047965 C JP 6094641 A JP 7085060 B	25-04-1996 08-04-1994 13-09-1995
US 5932871	A	03-08-1999	JP 9133869 A JP 9218355 A JP 10104522 A	20-05-1997 19-08-1997 24-04-1998
DE 19713362	A	01-10-1998	DE 19713362 A1 WO 9844375 A2 EP 0904558 A2 JP 2000512401 T	01-10-1998 08-10-1998 31-03-1999 19-09-2000
US 4844617	A	04-07-1989	KEINE	
EP 0587208	A	16-03-1994	US 5306902 A EP 0587208 A1 JP 6112106 A	26-04-1994 16-03-1994 22-04-1994
US 2968994	A	24-01-1961	KEINE	
EP 0608448	A	03-08-1994	EP 0608448 A1	03-08-1994
JP 09325277	A	16-12-1997	KEINE	

THIS PAGE BLANK (USPTO)